

MATERIALES METÁLICOS. GRUPO A y B

CÓDIGO: 80000215 CLASE: Obligatoria

- CURSO ACADÉMICO: 2010/11
- DEPARTAMENTO: Arquitectura y Construcción Navales
- CURSO: Segundo
- CICLO: Primer Ciclo
- TIPO: Semestral (Primer Semestre)
- CREDITOS TOTALES: 6
 - PRÁCTICOS: 3
 - TEÓRICOS: 3

PROFESORADO

- Dña Blanca Parga Landa Dra Ing. Naval Prof. Titular
- Profesor para colaborar en las Prácticas de Laboratorio

ASIGNATURAS PREVIAS

Sólo es posible la correcta asimilación del programa si previamente se han cursado las siguientes asignaturas:

- Química
- Ciencia y Tecnología de los Materiales
- Física General I

OBJETIVOS

Que el alumno asimile y retenga el contenido del programa, sepa relacionar los conceptos y resolver casos prácticos sencillos. Que conozca el control de calidad exigible a buques de acero.

MÉTODO DE EVALUACIÓN DE ASIGNATURA

La realización de las prácticas de Laboratorio y la superación del Examen de Prácticas es condición necesaria para aprobar.

Examen escrito sobre la teoría y problemas

MÉTODO DE EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS

Las prácticas se impartirán en función de los alumnos matriculados preferiblemente en grupos de 10 personas. Es necesaria la asistencia a la práctica y la entrega de una memoria. Su evaluación se realizará mediante Examen de Prácticas. Sólo podrá presentarse a Examen de Prácticas quien haya realizado las prácticas.

ACTIVIDADES EXTERIORES

Posible visita a una instalación de fabricación o tratamiento

PROGRAMA

PRIMERA PARTE: CONCEPTOS

Tema 1 Materiales de Ingeniería y sus aplicaciones. Materiales metálicos. Clasificación en función del disolvente. Standards internacionales (ASTM, AISI). Propiedades de los metales y aleaciones. Comparación con otros materiales. Ventajas y desventajas de los materiales metálicos.

Tema 2 La estructura de los metales. Macroestructura. Microestructura. Repaso estructura cristalográfica. Propiedades independientes de la microestructura. Propiedades dependientes de la microestructura.

Tema 3 Energías de los metales. Repaso de los conceptos de fase, sistema homogéneo, solubilidad, sistema heterogéneo. Condiciones termodinámicas de equilibrio. Regla de las fases. Sistemas de un único componente. Sistemas binarios son solubilidad total, con solubilidad parcial. Reacciones eutéctica, peritética, eutectoide. Repaso Diagrama de equilibrio Fe-C; Diagramas Fe-Cr; Fe-Ni.

Tema 4 Condición para que un sistema evolucione espontáneamente. Fuerza motriz de un cambio de fase. Cinética de un cambio de fase.

Tema 5 Introducción a las leyes de Fick. Transformaciones con difusión. Solidificación. Nucleación. Transformaciones martensíticas o de desplazamiento. Diagramas TTT.

SEGUNDA PARTE: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES DE LA MICROESTRUCTURA

Tema 6: Propiedades independientes de la microestructura: rigidez, densidad, punto de fusión, calor específico, coeficiente de dilatación térmica.

6.1 Rigidez. Sólido indeformable y sólido deformable. Comportamiento de un material metálico sometido a cargas: Comportamiento elástico, plástico; rotura frágil, rotura dúctil. Constantes Elásticas. Matriz de rigidez y de flexibilidad de un material metálico. Ecuaciones Constitutivas. Tensores Hidrostático y Desviador. Rigidez y Módulo de Young. Métodos de medida del módulo de Young. Datos. Influencia de la temperatura en el módulo de Young. Pérdida de rigidez a altas temperaturas de metales y aleaciones. Modelos aceros al carbono y aceros inoxidable. Ejercicios prácticos.

6.2. Densidad. Punto de Fusión. Calor específico. Coeficiente de dilatación térmica

Tema 7: Propiedades Dependientes de la microestructura: Propiedades Resistentes. Propiedades Dúctiles.

7.1. Conceptos. Curva Tensión-Deformación nominal. Límite elástico (yield stress). Límite de fluencia al 0,1 o 0,2% (Proof Stress 0,1 o 0,2%) Resistencia a la tracción. Deformación de rotura. Estricción. Valores exigidos por las Sociedades de Clasificación según el tipo de acero. Curva tensión deformación real. Criterios de agotamiento de materiales dúctiles (Von Mises, Tresca). Modelos de comportamiento de materiales metálicos a tensiones superiores al límite elástico (Ramberg Osgood, Hollomon).

7.2. Medida de las propiedades resistentes y dúctiles.

7.2.1. Ensayos destructivos. El ensayo de tracción. Normativa aplicable a la probeta y al equipamiento (EN, UNE, Sociedades de Clasificación). Descripción de la probeta. Ley de Barba: Probetas proporcionales. Zonas de las que se extrae una probeta de tracción. Observación de un ensayo de tracción. Conformidad ensayo según normativa EN y Sociedades de Clasificación. Obtención del límite elástico, resistencia a tracción, deformación de rotura, estricción. Puntos de inspección en un ensayo de tracción. Valores de límite elástico y resistencia a la tracción exigidos por las sociedades de clasificación para los distintos aceros.

7.2.2. Ensayos no destructivos. Durezas: Brinell, Rockwell, Meyer, Vickers. Correlaciones dureza-resistencia Aplicaciones a la construcción naval de ensayos de dureza: Mapas de dureza ASME IX. Otras aplicaciones: Determinación de la capa de cementación en un eje. Descarburación.

7.3. Repaso tipos de defectos en materiales metálicos (puntuales, lineales superficiales). Influencia en las propiedades. Medida del tamaño de grano.

7.4. Mecanismos de deformación plástica a temperaturas de servicio inferiores a 0.3 Tm: Deslizamiento de dislocaciones. Maclado

7.5. Mecanismos de aumento de resistencia en metales y aleaciones.

7.5.1. Solución sólida.

7.5.2. Transformaciones en estado sólido: a) endurecimiento por dispersión de precipitados, caso práctico: aleaciones aluminio serie 2000. b) endurecimiento por deformación, caso práctico aceros al carbono laminados. c) transformación martensítica, caso práctico acero templado d) Endurecimiento por afino de grano. Ley de Hall-Petch. Aceros con alto contenido de manganeso al Niobio. Ejercicio práctico: Variación del límite elástico de aceros para distintos tamaños de grano ASTM. Variación resistencia y ductilidad en aceros laminados; eliminación de la acritud.

7.6. Mecanismos de deformación a temperaturas superiores a 0.3 Tm. Creep.

7.6.1. Introducción. Temperatura de fusión. Definiciones. Ensayos de creep: bajo carga constante; a temperatura constante. Modelos de creep estacionario.

7.6.2. Difusión de átomos intersticiales y vacancias. Difusión en fronteras de grano. Difusión alrededor de dislocaciones.

7.6.3. Mecanismos de creep. Trepado de dislocaciones. Difusión en fronteras de grano; difusión en el interior del cristal. Mapas de Ashby de mecanismos de deformación. Influencia del tamaño de grano. Datos de materiales.

7.7. Variación de las propiedades resistentes y dúctiles de metales en función de la temperatura y la velocidad de deformación. Temperatura de transición dúctil frágil. Caso práctico: Comportamiento de aceros ferrítico perlíticos condiciones criogénicas y frente a cargas a velocidades medias de deformación (slamming) y altas (impacto). Comparación aceros austeníticos, aluminio.

Tema 8: Otras Propiedades Dependientes de la microestructura: Estudio de la tenacidad y de la rotura de materiales metálicos.

8.1) Bajo condiciones de carga estáticas o dinámicas no cíclicas.

8.1.1. Introducción. Evolución de los criterios de diseño en construcción naval. Definiciones: Energía absorbida hasta la fractura, tenacidad, sensibilidad de entalla, material con comportamiento dúctil, material con comportamiento frágil.

8.1.2. Mecanismos de fallo en un material dúctil: fallo por plasticidad, fallo por fractura. Criterios de fallo por plasticidad: criterio energético; criterio basado en el CTOD.

8.1.3. Ensayos de impacto: El ensayo Charpy. Ventajas e inconvenientes de este ensayo. Definiciones: energía absorbida hasta fractura en el ensayo Charpy. Características del pendulo Charpy. Características de las probetas, zona de la plancha soldada de la que se extraen y ubicación de la entalla (metal de aportación, ZAC, metal base). Tolerancias de probeta y en la entalla. Discrepancias en función de la dirección de laminación. Medida de la superficie cristalina y superficie dúctil. Exigencias para la realización del ensayo a temperaturas inferiores a 20°C. Puntos de inspección. Curvas energía Charpy vs temperatura de aceros ferrítico perlíticos, aceros austeníticos, aleaciones de aluminio, aceros de alta resistencia y otras aleaciones metálicas. Energía requerida en ensayo Charpy a distintas temperaturas para aceros de uso naval.

8.1.4. Ensayo CTOD. Definiciones. COD. CTOD. Exigencias del ensayo. Exigencias de la probeta. Casos en los que actualmente se exige en construcción naval. Valores mínimos exigidos para el crack tip opening displacement crítico.

8.1.5. Mecanismos de fallo en un material frágil. Modos de propagación de una fisura. Tasa de liberación de energía. Energía específica de fractura. Criterio energético de fractura. Tensión crítica de una plancha con una fisura de tamaño a. Tamaño de fisura crítica. Factor de intensidad de tensiones. Tenacidad de fractura. Criterio de fractura basado en el factor de intensidad de tensiones para una plancha de dimensión infinita con comportamiento elástico lineal hasta rotura. Ensayo de tenacidad de fractura. Factores de intensidad de tensiones para otras condiciones de carga y otras geometrías. Problemas. Casos prácticos.

8.2) Bajo cargas cíclicas. Estudio del comportamiento de materiales metálicos en fatiga.

8.2.1. Definiciones: tensión máxima, tensión mínima, tensión media, amplitud, rango, periodo, límite de fatiga, resistencia a fatiga. Curvas de Wöhler.

8.2.2. Aproximación basada en la mecánica de la fractura. Estudio de los tres tipos de comportamiento exhibido hasta rotura. Factores que influyen en dicho comportamiento. Ley de Paris. Comportamiento de distintas aleaciones en fatiga da/dN vs ΔK para distintos valores de R. Determinación de la vida de un elemento. Caso práctico para una plataforma petrolífera.

8.2.3. Introducción a los modelos de acumulación de daño.

TERCERA PARTE: METALES DE USO EN CONSTRUCCION NAVAL

Tema 9 Aleaciones Hierro Carbono Aceros al carbono (Definición según normativa europea). Tratamientos Térmicos. Tratamientos mecánicos. Aceros al carbono TMCP. Aceros aleados (definición según normativa europea). Definición carbono equivalente. influencia de los elementos de aleación en la temperatura y composición del eutectoide. Aceros HSLA, inoxidables austeníticos, ferríticos, martensíticos, austenoferríticos. Aceros Duplex. Aceros Duales. Fundiciones Estudio microestructuras tipo

Tema 10 Aleaciones de aluminio. Aleaciones de aluminio. Aleaciones de uso naval: métodos de endurecimiento.

Tema 11 Bronces Latones. Aleaciones de Titanio empleadas en ingeniería oceánica.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA Y MATERIAL DIDÁCTICO

(1) - Engineering Materials.
Michael F. Ashby & David R.H. Jones.
Pergamon Press. Vol. 1 y 2

(2) Materials Science for Engineers
Van Vlack.
Addison-Wesley Publishing 1970

(3) Application of Fracture Mechanics for Selection of Metallic Structural Materials
Ed. J.E.Campbell; W.W. Gerberich; J.H. Underwood
ASTM. 1982 (3 ejemplares en Biblioteca ETSIN).

(4) G.E. Dieter: Mechanical Metallurgy.
Mc. Graw-Hill. 1990.

(5) - Phase Transformation in Metals and Alloys.
D.A. Porter, K.E. Easterling.
Ed. Van Nostrand Reinhold - International. 1988

(6) - Steels. Microstructure and Properties.
RWK Honeycombe; HKDH Bhadeshia
Edward Arnold 1995

(7) - Aceros Inoxidables
Di Caprio
Ed. Grupinox, 1999

Reglas de las Sociedades de Clasificación: LRS, DNV, GL, BV, ABS